

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра фізики металів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи
Оксана МОМОТ
« 13 » червня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Вступ до фізики конденсованих середовищ
для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	104 Фізика та астрономія
освітній рівень	Бакалавр
освітня програма	Фізика
спеціалізований вибірковий блок	Фізика металів
вид дисципліни	Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	п'ятий
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: завідувач кафедри фізики металів Курилюк Василь Васильович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2025

Розробники: Курилюк Василь Васильович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри фізики металів

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри фізики металів


(підпис)

(Василь КУРИЛЮК)

Протокол № 12 від «22» травня 2025 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол від «23» червня 2025 року № 11

Голова науково-методичної комісії


(підпис)

(Олег ОЛІХ)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – формування базових знань про структуру та фізичні властивості конденсованих середовищ; ознайомлення з основними підходами для їх опису.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики для освоєння теоретичних основ фізики конденсованих середовищ.
2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, загальної фізики для розв'язку практичних задач з курсу фізики конденсованих середовищ.
3. Володіти елементарними навичками пошуку та опрацювання спеціалізованої літератури, розв'язку алгебраїчних і диференціальних рівнянь, побудови та аналізу графічних залежностей.

3. Анотація навчальної дисципліни: В рамках курсу «Вступ до фізики конденсованих середовищ» викладаються сучасні уявлення про хімічні зв'язки та структуру конденсованих середовищ, розглядаються особливості механічних, теплових, електронних, електричних, магнітних та оптичних властивостей твердих тіл, проводиться ознайомлення студентів з сучасними підходами до опису властивостей конденсованих середовищ. Мета вивчення дисципліни – ознайомлення студентів з теоретичним підґрунтям та сучасними проблемами фізики конденсованих середовищ. Навчальна задача курсу полягає в засвоєнні основних моделей для фізичного опису властивостей конденсованих твердотільних структур. Результатом навчання є оволодіння знаннями про структуру та фізичні властивості твердих тіл. Методи викладання: лекції, лабораторні роботи, консультація. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи, опитування під час лекцій, звіти по лабораторних роботах.

4. Завдання (навчальні цілі) – формування здатності застосовувати теоретичні знання з фізики конденсованих середовищ до розв'язку практичних завдань та при наукових дослідженнях.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія», ОПП "Фізика", спеціалізований вибірковий блок «Фізика металів»), дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальних:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Фахових:

ФК1. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

ФК2. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

ФК7. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати фізичні принципи формування хімічних зв'язків в конденсованих середовищах, структурні особливості та основні закономірності динаміки кристалічної решітки твердих тіл.	Лекції, лабораторні роботи	Опитування під час лекцій; модульна контрольна робота; захист лабораторних робіт	20
1.2	Знати основні фізичні підходи та моделі для розрахунку електронної структури конденсованих середовищ, описувати фізичні властивості твердих тіл.	Лекції, лабораторні роботи	Опитування під час лекцій; модульна контрольна робота; захист лабораторних робіт	20

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни		1.1	1.2
Програмні результати навчання			
ПРН1. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних 8 фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та астрономії.		+	
ПРН2. Знати і розуміти фізичні основи астрономічних явищ: аналізувати, тлумачити, пояснювати і класифікувати будову та еволюцію астрономічних об'єктів Всесвіту (планет, зір, планетних систем, галактик тощо), а також основні фізичні процеси, які відбуваються в них.			+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 за темами 1-7: РН 1.1 – 10 балів / 6 балів
2. Модульна контрольна робота 2 за темами 8-14: РН 1.2 – 10 балів / 6 балів
3. Лабораторні роботи: РН 1.1, 1.2 – 15 балів / 9 балів
4. Опитування під час лекцій: РН 1.1, 1.2 – 5 балів / 3 бали

- підсумкове оцінювання у формі іспиту.

Іспит проводиться в письмовій формі. Кожен екзаменаційний білет містить два теоретичні питання з необхідністю розгорнутої відповіді. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом за складання іспиту дорівнює 60. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит не може бути меншою 36 балів. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше, ніж 24 бали. Студент допускається до іспиту за умови виконання всіх передбачених

планом лабораторних робіт.

7.2 Організація оцінювання: Модульні контрольні роботи 1-2 проводяться по завершенні тематичних лекцій з Розділів 1-2 відповідно. Лабораторні роботи проводяться упродовж семестру.

7.3 Шкала відповідності оцінок

<i>Відмінно</i> / Excellent	90-100
<i>Добре</i> / Good	75-89
<i>Задовільно</i> / Satisfactory	60-74
<i>Незадовільно</i> / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		лекції	семінари/ практичні/ лабораторні	Самостійна робота
Розділ 1. Структура і динаміка кристалічної решітки				
1	Тема 1. Міжатомна взаємодія в конденсованих середовищах. Принципи формування і типи хімічних зв'язків в івердих тілах. Молекулярні, іонні, ковалентні та металеві кристали. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Постійна Маделунга та розрахунок енергії іонних кристалів.	2		3
2	Тема 2. Поняття про кристалічну решітку. Елементарна комірка. Типи решіток Браве. Номенклатура кристалографічних напрямків та площин. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Методи визначення типу кристалічної структури.	2		3
3	Тема 3. Неідеальності кристалічної будови і типи дефектів в твердих тілах. Пари Френкеля та дефекти Шоткі. Рівноважна концентрація теплових дефектів. Дислокації твердих тілах. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Зв'язок між дефектами структури та фізичними властивостями твердих тіл.	2		3
4	Тема 4. Механічні властивості твердих тіл. Тензори механічних напружень і деформацій. Пружна деформація і закон Гука. Пластичні властивості твердих тіл. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Крихке руйнування твердих тіл.	2	4	3
6	Тема 6. Теплоємність твердих тіл. Закон Дюлонга-Пті. Теорія теплоємності Ейништейна. Теорія теплоємності Дебая. Поняття про фонони. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Теплоємність електронного газу.	4	2	4
7	Тема 7. Ангармонізм теплових коливань решітки. Теплове розширення і теплопровідність твердих тіл. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Теплопровідність сплавів.	2		3
	Модульна контрольна робота I			
Розділ 2. Фізичні властивості конденсованих середовищ				
8	Тема 8. Теорія електропровідності Друде. Електропровідність і теплопровідність металів. Закон Відемана-Франца. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Температурна залежність електропровідності металів.	2		3
9	Тема 9. Модель вільних електронів	4		4

	<i>Зоммерфельда. Густина електронних станів. Теплоємність електронного газу. Електро - і теплопровідність електронного газу. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Функція розподілу Фермі-Дірака. Енергія Фермі. Поверхня Фермі.</i>			
10	<i>Тема 10. Теорема Блоха. Електрон в періодичному потенціалі. Модель Кроніга-Пенні. Енергетичні зони та їх заповнення. Метали, напівпровідники, діелектрики. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Ефективна маса електрона і методи її визначення.</i>	2		4
11	<i>Тема 11. Електропровідність властивості твердих тіл. Електропровідність металів і власних напівпровідників. Домішкова електропровідність. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Фотопровідність. Ефект Ганна в напівпровідниках.</i>	2	4	3
12	<i>Тема 12. Фізичні основи магнетизму твердих тіл. Типи магнетиків. Намагніченість і магнітна сприйнятливість. Природа діамagnetизму та парамагнетизму. Закон Кюрі. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Магнітний момент атома. Правила Хунда.</i>	2		4
13	<i>Тема 13. Феромагнетизм та антиферомагнетизм. Молекулярне поле Вейса. Обмінна взаємодія. Феромагнітні домени. Крива намагнічування феромагнетиків. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Спінові хвилі. Магнони.</i>	2	4	4
14	<i>Тема 14. Оптичні властивості конденсованих середовищ. Поглинання світла в кристалах. Прямі і непрямі переходи. Екситони. Люмінесценція твердих тіл. С.Р.С. Вивчення матеріалу лекції. Спонтанне та індуковане випромінювання. Твердотільні лазери.</i>	2		4
	<i>Консультація</i>	1		
	<i>Модульна контрольна робота 2</i>			
	ВСЬОГО	30	14	45

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – 30 год.

Лабораторні заняття – 14 год.

Консультації - 1 год.

Самостійна робота - 45 год.

9. Рекомендована література:

Основна:

1. Introduction to Solid State Physics / Charles Kittel. New York – London – Sydney – Toronto: John Wiley and Sons, Inc. 2005.
2. Holgate S. Understanding Solid State Physics. – New-York: Taylor & Francis 2010. – 370 p.
3. Поплавко Ю. М. Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. – Київ : «Політехніка», 2017. – 415 с.
4. Marder M. Condensed Matter Physics. - New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 984 p.
5. В.В. Бібик, Т.М. Гричановська, Л.В.Однорець, Н.І.Шумакова. Фізика твердого тіла: навч. посіб. Суми: Вид-во СумДУ, 2010.- 200 с.
6. Строїтельова Н.І., Кісельов Є.М. Фізика твердого тіла. Навчальний посібник – ЗДІА, Запоріжжя, 2018. – 145 с.
7. Omar M.A. Elementary Solid State Physics: Principles and Applications (3-rd Ed.). – New-York: Addison-Wesley, 1993. - 600 p.
8. Myers H. Introductory Solid State Physics. - New-York: Taylor & Francis 2009. – 590 p.

Додаткова:

1. Solid State Physics / J.S. Blakemore. London New York New Rochelle Melbourne Sydney: Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
2. Martienssen W., H. Warlimont (Eds.) Springer Handbook of Condensed Matter and Materials Data. – Berlin: Springer, 2005. – 1143 p.